BASTERIA, 55: 9-14, 1991

Effecten van milieugevaarlijke stoffen op mollusken

Frank J.M. VAN LINDEN

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Postbus 450, 2260 MB Leidschendam

Effects of environmentally dangerous chemical substances on molluscs

An overview is given of the research on and knowledge of the effects of chemical substances (heavy metals, pesticides, organochlorines, oils) on molluscs in the Netherlands. For the government it is very important to know on which species and chemicals policy should be focussed. Molluscs can be used in monitoring the effects of chemical substances on the environment.

Key words: Bivalvia, Gastropoda, Cephalopoda, Loricata, heavy metals, pesticides, organochlorines, oils, pollution, monitoring, environmental policy, the Netherlands.

INLEIDING

Het stoffenbeleid van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) wordt o.a. ingevuld door het Project Ecologische Inpasbaarheid van het Gebruik van Stoffen. Dit project moet uitmonden in een 'ecologische maatlat' voor het gebruik van stoffen.

Dit artikel is het resultaat van een workshop en een literatuuronderzoek. Op deze workshop waren aanwezig C. Absil (Delta-Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek), D. de Zwart (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne), P. de Kock (Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek, Den Helder), H. Herwig (Rijksuniversiteit Utrecht), J. Boon (Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee), G. Hekstra (VROM) en de auteur.

MOLLUSKEN IN NEDERLAND

In Nederland komen meer dan 300 soorten weekdieren (mollusken) voor. De grootste klassen zijn de slakken (Gastropoda, 220 soorten) en de tweekleppigen (Bivalvia, 99 soorten). De overige soorten vallen binnen de klassen van de inktvissen (Cephalopoda, 13 soorten) en de keverslakken (Loricata, 2 soorten) (Centraal Bureau voor de Statistiek, 1989). Van de Nederlandse mollusken heeft het overgrote deel een aquatische levenswijze waarbij het mariene milieu het grootste deel voor haar rekening neemt en een klein aantal kiest voor het zoete water. Van de Gastropoda hebben echter circa 100 soorten een terrestrische levenswijze.

Bij onderzoek aan natuur en milieu in Nederland worden ook de mollusken betrokken. Onderzoek heeft aan de ene kant betrekking op het voorkomen van mollusken en veranderingen daarin en aan de andere kant op effecten van menselijk handelen

op het voorkomen. Verspreidingsgegevens van landslakken zijn ruim voorhanden. Voor mariene mollusken is dit veel minder het geval. Voor effectonderzoek, en dan vooral effecten van milieugevaarlijke stoffen, wordt voornamelijk gebruik gemaakt van waterbewoners zoals driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), mossel *Mytilus edulis* (L., 1758), 'Asiatic clam' *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), wulk *Buccinum undatum* L., 1758, purperslak *Nucella lapillus* (L., 1758), fuikhoorn *Nassarius reticulatus* (L., 1758), kokkel *Cerastoderma edule* (L., 1758), nonnetje *Macoma balthica* (L., 1758), strandgaper *Mya arenaria* L., 1758, zwane- *Anodonta cygnea* (L., 1758), vijver- *A. anatina* (L., 1758) en schildersmossel *Unio pictorum* (L., 1758). De stoffen waar de meeste aandacht naar uit gaat, zijn zware metalen, molluscicíden (organotinverbindingen), minerale olie en organochloorverbindingen.

Een deel van het onderzoek spitst zich toe op de mogelijkheid om mollusken te gebruiken als indicator voor milieugevaarlijke stoffen.

Tweekleppigen zijn voor het milieubeleid van groot belang omdat hun reactie op milieugevaarlijke stoffen gemakkelijk te meten is. 'Stress' heeft bij tweekleppigen bijvoorbeeld tot gevolg dat het klepbewegingspatroon verandert. Deze reactie is goed en snel vast te stellen, hoewel bij organotinverbindingen juist vaak een soort 'gaap'-reactie optreedt.

ZWARE METALEN

Zware metalen zijn elementen die van nature wel in het milieu voorkomen en die voor sommige biologische processen zelfs essentiëel zijn. Zware metalen vormen een probleem in het milieu omdat het gehalte vaak ver boven het natuurlijke achtergrondgehalte uitstijgt. Veelal is dit een gevolg van het verwerken van natuurlijke grondstoffen (fosfaaterts), het verbranden van fossiele brandstof en het gebruik van verontreinigd slib.

Cadmium wordt bij langdurige blootstelling (25 parts per billion) van vijver-, schilder- en zwanemossel geaccumuleerd waarbij na 15 weken sterfte op gaat treden. De accumulatie van cadmium is het sterkst in het kieuwweefsel en dan vooral in lysosomen, mitochondriën en kernen en aan membranen. Geaccumuleerd cadmium is gebonden aan bepaalde enzymen. Een deel van het metaal is gebonden aan laagmoleculaire, metallothioneïne-achtige eiwitten, waarschijnlijk met een detoxificerende werking. Deze eiwitten zijn vergelijkbaar met metallothioneïnen bij vertebraten. Zware metalen die door een organisme worden opgenomen, worden gebonden aan deze metallothioneïnen. Als deze metallothioneïnen voor 100% met zwaar metaal zijn bezet, zal de overgebleven hoeveelheid aan andere eiwitten worden gebonden. De mate waarin zwaar metaal in een organisme gebonden is aan andere eiwitten dan metallothioneïnen kan een aanwijzing zijn voor de belasting van dat organisme.

De effecten van cadmium op de zwanemossel liggen op celniveau. Er vindt een afbraak van de inwendige structuur van de mitochondriën plaats en een niet bij onbelaste organismen voorkomend lysosoom wordt waargenomen. Tevens vinden er veranderingen plaats in de koolhydratenhuishouding (Hemelraad, 1988).

Van Urk & Marquenie (ter perse) vonden bij experimenten met *Dreissena polymorpha* dat het cadmium-gehalte van de individuele organismen een goede afspiegeling is van het cadmium-gehalte van het milieu. Cadmium veroorzaakte bij *D. polymorpha* een reductie van de groei.

stof	geschatte detectie grens (µg/l)	organismen	basiskwaliteit oppervlaktewater (µg/l)
Koper	10	MD	50
Cadmium	150	MD	2,5
Selenium	100	D	—
Zink	<500	MD	200
Lood	500	MD	50
TBTO	<6	MD	—
Gedispergeerde ruwe olie	<6000	M	—

Tabel 1. De geschatte detectie-grenzen voor verschillende toxicanten zoals bepaald met de klepbeweging van *Mytilus edulis* (M) en *Dreissena polymorpha* (D) met behulp van EMIS; ter vergelijking de basiskwaliteit oppervlaktewater (bronnen: Kramer et al., 1989; CCRX, 1990).

Zware metalen veroorzaken bij *D. polymorpha* en *Mytilus edulis* een verandering in de verhouding tussen de tijd dat de kleppen open en dicht staan. De kleppen staan open tijdens respireren en fourageren. Er is aangetoond dat onder stress de kleppen voor een bepaalde tijd sluiten. In tabel 1 is aangegeven wat de detectiegrens is van Cu, Pb, Zn, Se, Cd en andere milieugevaarlijke stoffen zoals te bepalen met het High Frequency Electromagnetic Induction System (HF-EMIS) mosselmonitorsysteem (Kramet et al., 1989; De Kock, 1986). Uit deze tabel wordt ook duidelijk dat verschillende detectiegrenzen nog boven de basiskwaliteit van oppervlaktewater liggen.

Een apart probleem vormt koper. Wat betreft LC (lethale concentratie) zijn Cu en Cd vergelijkbaar. Cu komt echter in veel hogere concentraties in het milieu voor. Het probleem is dat Cu bij sommige mollusken in het bloedplasma een essentiëel onderdeel vormt van het haemocyanine (ademhalingspigment). Tevens is gebleken dat de toxische concentratie dicht bij de concentratie ligt die het organisme nodig heeft.

Het effect van zware metalen in het algemeen is afhankelijk van bijkomende stress. Als een organisme onder stress staat, kan het extra gevoelig worden voor andere bedreigende factoren. Zo blijken bij een hoge temperatuur en dalend zoutgehalte aquatische evertebraten gevoeliger te worden voor zware metalen en andere verontreinigingen (McLusky, 1986).

BESTRIJDINGSMIDDELEN

Bestrijdingsmiddelen worden doelbewust door de mens in het milieu gebracht om organismen die de mens of het welzijn van de mens kunnen schaden, te remmen of te doden.

Over ophoping en effecten van bestrijdingsmiddelen is relatief weinig bekend. Men vermoedt dat door het gebruik van bestrijdingsmiddelen detritus-etende slakken in landbouwgebieden geen voedsel vinden en op andersoortig voedsel moeten overgaan. In veel gevallen worden de slakken [bijv. *Arion ater rufus* (L., 1758)] op deze manier fytofaag en moeten dan worden bestreden (Canters et al., 1989).

Veel onderzoek is verricht aan de zoetwaterslak *Lymnea stagnalis* (L., 1758). Ter beoordeling van voortplantingseffecten van molluscciden is deze soort uiterst geschikt.

Mollusken blijken zeer gevoelig voor organotinverbindingen zoals gebruikt in de landbouw voor grondontsmetting en in de scheepvaart tegen aangroei. Rond jachthavens worden concentraties van 0,1 to 0,2 µg/l tributylin (TBT) gevonden terwijl deze stof al bij 0,1 µg/l acuut toxisch is voor larven van oester en mossel. In een concentratie van 0,001 µg/l blijken organotinverbindingen zoals tributyltinoxide (TBTO) bij *Nucella lapillus* (purperslak) imposex te veroorzaken. Dat houdt in dat bij een vrouwtje een penis wordt gevormd zodat het oviduct wordt afgesloten. De mate van afsluiting is afhankelijk van de blootstellingsconcentratie. Imposex als effect van organotinverbindingen komt specifiek voor bij gastropoden. Bij tweekleppigen zoals oester en mossel veroorzaken organotinverbindingen vergroeiingen aan de schelp.

ORGANOCHLOORVERBINDINGEN

De meeste kennis omtrent organochloorverbindingen is bekend van PCB's op mossels (*Mytilus edulis*). PCB's worden gebruikt als koelvloeistof en isolator in transformatoren en condensatoren. PCB's is de verzamelnaam voor gechloreerde bifenylen die van elkaar verschillen in het aantal en de plaats van de chlooratomen. Gezien het lipofiele karakter van PCB wordt er bij onderzoek naar de effecten van PCB op mossels onderscheid gemaakt naar PCB-gehalten op basis van totaal gewicht en op vetgehalte. Dat is de reden dat bij PCB-onderzoek aan mossels onderscheid wordt gemaakt tussen het vetrijke mantelweefsel en het vetarme zachte weefsel. Het verschil in vetgehalte tussen de mantel en het zachte weefsel wordt veroorzaakt door het grotere vetgehalte van de mantel waarin de gonaden worden gevormd. Tijdens de herfst en de winter wordt het vetgehalte van de mantel anderhalf tot twee keer groter in vergelijking met de rest van het jaar, terwijl in de rest van het lichaam het vetgehalte constant blijft. Het PCB-gehalte van de mantel (en dus van de gonaden) kan in sommige gevallen meer dan 40% van het totale PCB-gehalte zijn. Eenmaal opgenomen worden de PCB's niet geëlimineerd tot aan de periode van voortplanten. Met het lozen van de vetrijke en dus PCB-rijke zaadcellen raakt een mossel een groot deel van de PCB's kwijt (Hummel et al., 1989).

Uit ander mosselonderzoek (Hummel et al., 1990) is gebleken dat het PCB-gehalte niet zozeer afhankelijk is van het vetgehalte als wel van het verdelingsevenwicht tussen het organisme en het omringende water. Dit wordt geïllustreerd door de gevonden (negatieve) correlatie tussen saliniteit van het water en het PCB-gehalte van het organisme.

Verschillende organochloorverbindingen worden gebonden aan bodemdeeltjes. Er blijkt een correlatie te bestaan tussen de gehalten aan PCB, p,p'DDD en p,p'DDE in het sediment en het percentage bodemdeeltjes kleiner dan 50 µm (Duinker et al., 1983).

MINERALE OLIËN

Minerale oliën worden op grote schaal gewonnen, vervoerd en verwerkt. Deze activiteiten, vooral de oliewinning en het vervoer, brengen voor het aquatisch milieu grote gevaren met zich mee. Het aquatische milieu rond de meeste boortorens is zeer vervuild. Door illegale lozingen van schepen en boortorens en door ongelukken met olietankers zijn de open wateren bezaaid met grote en kleine olievlekken. Deze vormen

op zee een gevaar voor de zeevogels, terwijl dichter bij de kust de olie de vaak kwetsbare kust- en waddenecosystemen bedreigt.

Op droogvallende zandplaten kan bij laag water de bodem met een laag olie worden bedekt. Bij een ongunstige verhouding water-olie (d.i. veel olie) kan de opgeloste hoeveelheid oliekoolwaterstof toxische niveau's bereiken. Voor 'deposit-feeders' zoals *Macoma balthica* is ook de olie in het sediment van invloed.

De algemene effecten van olie kunnen directe verstikking of vergiftiging zijn. Indirecte lethale effecten komen voor als gevolg van verlaging van de tolerantie van extreme omstandigheden en verzwakking van de concurrentiepositie. Sublethale effecten worden veroorzaakt door verstoring van de stofwisseling, reproductie en gedrag. Specifieke, sublethale waargenomen effecten zijn remming van de graafcapaciteit bij *Macoma balthica* en inhibitie van byssusvorming bij *Mytilus edulis* (zie Steur & Seys, z.j.).

SLOT

Het milieubeleid van de overheid zal in de toekomst meer rekening moeten houden met effecten van milieugevaarlijke stoffen op (elementen van) het ecosysteem. Ter controle van de gestelde ecologische normen voor het voorkomen van milieugevaarlijke stoffen in het milieu is het van belang om het gehalte van deze stoffen regelmatig te meten. Organismen kunnen hierin een grote rol spelen. Om een biomonitoringsprogramma op te stellen zal duidelijk moeten zijn welke stoffen effect hebben op de verschillende groepen van organismen. Daarnaast is van groot belang om te weten wat de doelstellingen zijn van een meetprogramma. Zo kan het meten van milieugevaarlijke stoffen in/aan organismen een belangrijke ondersteuning zijn van het stoffenbeleid. Biomonitoring kan een aantal functies ten behoeve van het stoffenbeleid vervullen, namelijk signaleren, controleren en voorspellen (Klein & Van Linden, 1991).

Mossels worden nu al gebruikt in een actief monitoringsapparaat waarbij gebruik wordt gemaakt van het klepbewegingspatroon. Ook de 'Asiatic clam' heeft eigenschappen, die soorten van dit genus geschikt maken voor monitoring van milieugevaarlijke stoffen in het milieu. *Corbicula* is een 'filter-feeding' zoetwatertweekleppige, met een grote verspreiding, een relatief lange levensduur (1-3 jaar) en de eigenschappen organische verbindingen en zware metalen te accumuleren zonder erdoor beïnvloed te worden (Doherty, 1990).

Op deze manier kunnen mollusken naast andere organismen een rol spelen in het stoffenbeleid van de overheid.

LITERATUUR

CANTERS, K.J., G.R. DE SNOO, F.M.W. DE JONG & J. VAN DER LINDEN, 1989. Neveneffecten van bestrijdingsmiddelen op terrestrische evertebraten en aquatische fauna. — Centrum voor Milieukunde, Leiden. CML-mededeling 46: 1-130 + bijlagen.

CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK, 1989. Aantal plante- en diersoorten in Nederland. — Kwartaalbericht Milieu 89/4: 15-21.

CCRX (Coördinatiecommissie voor de metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen), 1990. Metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen in het biologisch milieu in Nederland 1988. — Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 's-Gravenhage: 1-87.

DOHERTY, F.G., 1990. The Asiatic clam, Corbicula spp., as a biological monitor in freshwater. — Environm. Monitoring Assessment 15: 143-181.

DUINKER, J.C., M.T.J. HILLEBRAND & J.P. BOON, 1983. Organochlorines in benthic invertebrates and sediments from the Dutch Wadden Sea; identification of individual PCB components. — Netherl. J. Sea Res. 17: 19-38.

HEMELRAAD, J., 1988. Accumulation and effects of cadmium in freshwater clams (Unionidae). — Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht: 1-140.

HUMMEL, H., J.P. UITOUDEGROENVELD, J. NIEUWENHUIZE, J.M. VAN LIERE, R.H. BOGAARDS & L. DE WOLF, 1989. Relationship between PCB concentrations and reproduction in mussel Mytilus edulis. — Marine Environ. Res. 28: 489-493.

——, R. H. BOGAARDS, J. NIEUWENHUIZE, L. DE WOLF & J.M. VAN LIERE, 1990. Spatial and seasonal difference in the content of the mussel Mytilus edulis. — Sci. Total Environm. 92: 155-163.

KLEIN, M.H.J., & F.J.M. VAN LINDEN, 1991. Het meten van chemische stoffen in planten en dieren. — In: G.P. HEKSTRA & F.J.M. VAN LINDEN, red., Flora en fauna chemisch onder druk. Symposium Oecologische Kring 1990, ter perse.

KOCK, W.Chr. DE, 1986. Monitoring bio-available marine contaminants with mussels (Mytilus edulis L.) in the Netherlands. — Environm. Monitoring Assessment 7: 209-220.

KRAMER, K.J.M., H.A. JENNER & D. DE ZWART, 1989. The valve movement response of mussels: a tool in biological monitoring. — Hydrobiologica 188/189: 433-443.

MCLUSKY, D.S., V. BRYANT & R. CAMPBELL, 1986. The effect of temperature and salinity on the toxicity of heavy metals to marine and estuarine invertebrates. — Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev. 24: 282-520.

STEUR, C., & J. SEYS, z.j. Ecologische profielen bodemdieren in Nederlandse zoute wateren. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, 's-Gravenhage: 89 + 16 + 19 pp. + bijlagen.

URK, G. VAN, & J. MARQUENIE, ter perse. Environmental behaviour of cadmium: who are at risk and why. In: J.-P. VERNET, ed., Proceedings International Conference on Heavy Metals in the Environment 2: 456-459. Edinburgh.